

## Fuel injection f r IC engine f motor vehicle

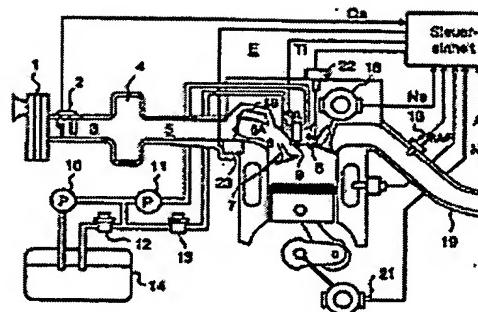
**Patent number:** DE19700104  
**Publication date:** 1997-07-24  
**Inventor:** YOSHIDA YOSHIYUKI (JP); KURIHARA NOBUO (JP)  
**Applicant:** HITACHI LTD (JP)  
**Classification:**  
- international: F02D41/04; F02B31/00; F02D41/38  
- european: F02D41/00D  
**Application number:** DE19971000104 19970103  
**Priority number(s):** JP19960000305 19960105

Also published

US577  
JP918

### Abstract of DE19700104

The IC engine has separate fuel injection control for each cylinder with the injector (9) near to the inlet valve (7). The air duct comprises a main duct (5A) with a flow control valve(6) and a parallel secondary duct (5B). For low settings of the throttle pedal, and for idling speed, the main air valve is shut. For increasing throttle settings the air valve is progressively opened, with the process control computing the combined effect of both air ducts. The fuel is dispersed as a spray near to the ignition point with the airflow from the secondary duct providing a lateral flow to layer the fuel/air mixture. This enables a lean burn control to be used. No separate flow control valve is required for the secondary duct.



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 197 00 104 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**F02 D 41/04**  
F 02 B 31/00  
F 02 D 41/38

⑯ Aktenzeichen: 197 00 104.1  
⑯ Anmeldetag: 3. 1. 97  
⑯ Offenlegungstag: 24. 7. 97

DE 197 00 104 A 1

⑯ Unionspriorität:  
8-305 05.01.96 JP

⑯ Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

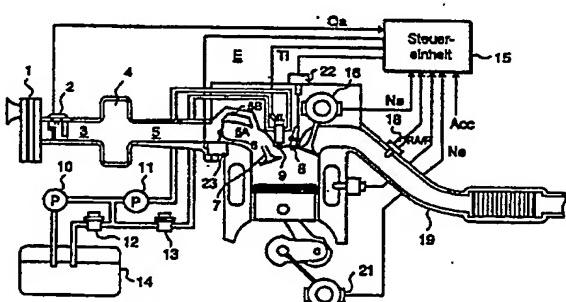
⑯ Vertreter:  
Beetz und Kollegen, 80538 München

⑯ Erfinder:  
Yoshida, Yoshiyuki, Hitachinaka, Ibaraki, JP;  
Kurihara, Nobuo, Hitachioota, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Steuervorrichtung für Direkteinspritzmotor

⑯ Eine Steuervorrichtung für einen Mehrzylinder-Direkteinspritzmotor, der für jeden Zylinder (C) ein Kraftstoffeinspritzventil (9), einen für die Erzeugung einer abgelenkten Strömung der abgesaugten Luft vorgesehenen sekundären Ansaugströmungsweg (5B) sowie ein Gasströmungs-Steuerventil (6) für die Steuerung der in jedem Zylinder erzeugten abgelenkten Strömung durch Einstellen der Strömungsraten der durch den sekundären Ansaugströmungsweg strömenden Luft enthält, umfaßt eine Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuerereinrichtung (15) zum Steuern des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in jedem Zylinder ausschließlich durch Steuern der Kraftstoffeinspritzmenge ohne Verwendung des Gasströmungs-Steuerventils in einem ersten Betriebsbereich mit kleinem Gaspedal-Betätigungsgrad. Die Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuerereinrichtung enthält ferner eine Ventilöffnung-Steuerereinrichtung (27), die die Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils in einem zweiten Betriebsbereich mit größerem Gaspedal-Niederdrückungsgrad steuert. Das Gasströmungs-Steuerventil kann somit auch als Drosselklappe des Motors dienen.



DE 197 00 104 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05.97 702 030/568

15/24

## DE 197 00 104 A1

1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für einen Direkteinspritzmotor, bei dem der Kraftstoff direkt in die Zylinder eingespritzt wird, und insbesondere eine Steuervorrichtung für einen Direkteinspritzmotor mit einem Gasströmungs-Steuerventil für die Steuerung der Strömung des Kraftstoffnebels, um dadurch eine abgelenkte Strömung der Ansaugluft in jeden der Zylinder zu erzeugen.

Da in einem Direkteinspritzmotor, bei dem Kraftstoff direkt in einen entsprechenden Zylinder eingespritzt wird, indem im entsprechenden Zylinder ein Kraftstoffeinspritzventil vorgesehen ist, die Möglichkeit besteht, den Kraftstoffnebel konzentriert in die Nähe einer im entsprechenden Zylinder vorgesehenen Zündkerze einzuspritzen, kann ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch sicher gezündet werden. Dadurch ist es möglich, das Luft/Kraftstoff-Verhältnis ohne Verschlechterung der Verbrennungsleistung im Motor zu erhöhen.

Da es bei Verwendung eines Motors mit Direkteinspritzung möglich ist, im Niederlastbetrieb einschließlich eines Leerlaufbetriebs den Kraftstoffverbrauch durch Erhöhung des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses über das theoretische Luft/Kraftstoff-Verhältnis hinaus zu erhöhen, sind ein niedriger Kraftstoffverbrauch und eine hohe Leistung des Motors einfach zu vereinbaren.

Um ferner in einem Motor mit Direkteinspritzung zu ermöglichen, den Motor unter der Bedingung eines hohen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, d. h. eines mageren Luft/Kraftstoff-Gemisches, zu betreiben, wird eine stabile Verbrennung ermöglicht, indem der in einem entsprechenden Zylinder eingespritzte Kraftstoff in einer Verbrennungskammer geschichtet wird, wobei durch die Ansaugluftströmung eine abgelenkte Strömung erzeugt wird.

Die abgelenkte Gasströmung in der Verbrennungskammer wird durch die Ansaugluft erzeugt, die aus einem sekundären Ansaugströmungsweg ausströmt, wo von ein Auslaßabschnitt in die Umgebung eines am Endabschnitt eines Ansaugrohrs vorgesehenen Einlaßventils mündet. Zur Steuerung der aus dem sekundären Ansaugströmungsweg aus strömenden Ansaugluft im Hinblick auf die Steuerung des erzeugten abgelenkten Gases wird das Verhältnis der Strömungsrate der aus dem sekundären Ansaugströmungsweg ausströmenden Ansaugluft zur Strömungsrate der im Ansaugrohr strömenden Ansaugluft durch ein ausschließlich hierfür vorgesehenes Ventil, d. h. durch ein Gasströmungs-Steuerventil, gesteuert.

In vorhandenen Techniken wird die hauptsächlich für die Kraftstoffverbrennung verwendete Ansaugluftströmung durch eine Drosselklappe gesteuert, die im Ansaugrohr angebracht ist, während das Gasströmungs-Steuerventil an der Auslaßseite der Drosselklappe angebracht ist und ausschließlich die Ansaugluft-Strömungsrate durch den sekundären Ansaugströmungsweg steuert.

Bei der obenbeschriebenen Technik entsteht das Problem, daß das Luftansaugsystem des Motors kompliziert ist, so daß die Herstellungskosten des Motors hoch sind.

Da nämlich in einem bekannten Direkteinspritzmotor zusätzlich zu einer Drosselklappe ein Ventil für die Steuerung der Ansaugluftmenge, die aus dem sekundären Ansaugströmungsweg ausströmt, vorgesehen ist und der Aufbau des Motors komplex ist, können die Herstellungskosten des Motors nur schwer reduziert

2

werden.

Die vorliegende Erfindung ist angesichts des obenbeschriebenen Problems gemacht worden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung für einen Direkteinspritzmotor zu schaffen, mit der die abgelenkte Strömung, die durch die in den entsprechenden Zylinder angesaugte Ansaugluft erzeugt wird, in der Weise gesteuert wird, daß gleichzeitig ein niedrigerer Kraftstoffverbrauch und eine hohe Betriebsleistung des Motors ohne Erhöhung seiner Herstellungskosten erzielt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Steuervorrichtung für einen Direkteinspritzmotor, der die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale besitzt.

15 Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet.

Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung für einen Mehrzylinder-Direkteinspritzmotor, der versehen ist mit Kraftstoffeinspritzventilen, die an den jeweiligen

- 20 Zylindern angebracht sind, einem sekundären Ansaugluftströmungsweg, der für die Erzeugung einer abgelenkten Strömung der Ansaugluft, die von einem Ansaugrohr angesaugt und in die entsprechenden Zylinder eingeleitet wird, vorgesehen ist, sowie mit einem Gasströmungs-Steuerventil für die Steuerung der in den jeweiligen Zylindern erzeugten abgelenkten Strömung durch Einstellen der Strömungsrate der durch den sekundären Ansaugluftströmungsweg strömenden Luft, enthält eine Steuereinrichtung zum Steuern des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses im entsprechenden Zylinder durch Steuern lediglich der Kraftstoffeinspritzmenge ohne Ausführung einer auf der Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils im entsprechenden Zylinder basierenden Steuerung in einem ersten Betriebsbereich mit geringem Gaspedal-Betätigungsgrad, wobei die Steuereinrichtung ferner eine Ventilöffnungs-Steuereinrichtung enthält, die die Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils, die dem Gaspedal-Betätigungsgrad in einem zweiten Betriebsbereich mit höherem Gaspedal-Betätigungsgrad als im ersten Betriebsbereich entspricht, steuert, wobei das Gasströmungs-Steuerventil auch als Drosselklappe dienen kann.

Da bei Verwendung der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung das Gasströmungs-Steuerventil auch als Drosselklappe dienen kann, kann die Anzahl der Motorteile verringert werden, so daß die Herstellungskosten des Direkteinspritzmotors mit einem sekundären Ansaugluftströmungsweg in einem entsprechenden Zylinder verringert werden können.

50 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die beigelegten Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen:

Fig. 1 den Aufbau eines Motorsystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein funktionales Blockschaltbild zur Erläuterung der in dieser Ausführungsform ausgeführten Steuerung;

Fig. 3 ein Kennfeld, das die Inhalte einer Datentabelle zeigt, die für die Bestimmung eines Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnisses A/F Ter in der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 4 ein Kennfeld, das die Inhalte einer Datentabelle zeigt, die für die Bestimmung der Öffnung  $\theta$  eines Gasströmungs-Steuerventils in dieser Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 5 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Verarbeitung, die von einer Einspritzzeitbreiten-Berech-

## DE 197 00 104 A1

3

nungseinrichtung in der vorliegenden Ausführungsform ausgeführt wird;

Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Verarbeitung, die von einer Korrekturfaktor-Berechnungseinrichtung in der vorliegenden Ausführungsform ausgeführt wird;

Fig. 7 eine schematische Darstellung, die einen Mechanismus für die mechanische Betätigung des Gasströmungs-Steuerventils in einer weiteren Ausführungsform zeigt, in der das mechanische Ventilsteuerverfahren für die Steuerung des Gasströmungs-Steuerventils verwendet wird; und

Fig. 8 ein funktionales Blockschaltbild einer Steuerung, die in einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird, bei der das mechanische Ventilsteuerverfahren für die Steuerung des Gasströmungs-Steuerventils verwendet wird.

Fig. 1 zeigt den Aufbau eines Motorsystems, auf das eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet wird, wobei das Bezugssymbol E in Fig. 1 das Motorsystem bezeichnet.

Die Ansaugluft des Motors E wird über ein Ansaugrohr 2 durch einen Luftreiniger 1 angesaugt und strömt durch einen Luft-Durchflußmesser 3 in einen Sammler 4. Die Ansaugluft wird dann auf entsprechende Ansaugrohre 5 eines Ansaugkrümmers verteilt. Die verteilte Ansaugluft strömt durch einen primären Ansaugströmungsweg 5A und einen sekundären Ansaugströmungsweg 5B, wobei die jeweiligen Durchflußmengen der Öffnung eines im primären Ansaugströmungsweg 5A des entsprechenden Ansaugrohrs 5 vorgesehenen Gasströmungs-Steuerventils 6 entsprechen, woraufhin die Ansaugluft schließlich in einen entsprechenden Zylinder C eingeleitet wird, wenn sich ein Einlaßventil während eines Ansaughubs öffnet.

Da die Ansaugluft, die durch den sekundären Ansaugströmungsweg 5B strömt, dessen Querschnittsfläche kleiner als diejenige des primären Ansaugströmungswegs 5A ist, eine erheblich höhere Geschwindigkeit als die Ansaugluft besitzt, die durch den primären Ansaugströmungsweg 5A strömt, erzeugt sie eine ablenkte Strömung wie etwa eine Wirbelströmung, eine Fallströmung oder dergleichen.

Das Öffnen/Schließen des Gasströmungs-Steuerventils wird durch die Ventilantriebsvorrichtung bewirkt und gesteuert, die ein Betätigungslement wie etwa einen Motor enthält. Das Verhältnis der Strömungsrate der Ansaugluft durch den sekundären Ansaugströmungsweg 5B zu derjenigen der Ansaugluft durch den primären Ansaugströmungsweg 5A wird durch Einstellen der Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils gesteuert. Da ferner in der vorliegenden Ausführungsform die Gesamtmenge der Ansaugluft, die in einen entsprechenden Zylinder angesaugt wird, ebenfalls durch Einstellen der Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils gesteuert wird, ist eine Drosselklappe, die in einem Ansaugrohr 3 eines vorhandenen normalen Motors vorgesehen ist, nicht erforderlich.

Bei einem entsprechenden Direkteinspritzzylinder C im Motor gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist zusätzlich zu einer Zündkerze 8 eine Einspritzeinrichtung 9 (Einspritzventil) vorgesehen.

Kraftstoff wie etwa Benzin wird von einem Kraftstofftank an ein Kraftstoffsystem geliefert, an das die Einspritzeinrichtung 9 angeschlossen ist, wobei die erste Druckbeaufschlagung mittels einer Kraftstoffpumpe 10 und die zweite Druckbeaufschlagung mittels einer Kraftstoffpumpe 11 erfolgt.

4

Der Druck des Kraftstoffs, der die erste Druckbeaufschlagung aufnimmt, wird durch einen Kraftstoffdruckregler 12 eingestellt, um einen konstanten Druck von beispielsweise 296,3 kPa aufrechtzuerhalten, ferner wird 5 der Druck des Kraftstoffs, der die zweite Druckbeaufschlagung aufnimmt, durch einen Kraftstoffdruckregler 13 eingestellt, um einen konstanten Druck von beispielsweise 2963 kPa aufrechtzuerhalten. Ferner wird der Kraftstoff in den entsprechenden Zylinder C von der am 10 entsprechenden Zylinder C vorgesehenen Einspritzeinrichtung 9 in einem vorgegebenen Zeitablauf eingespritzt.

Eine Steuereinheit führt die vorgegebene Steuerverarbeitung wie etwa die Kraftstoffeinspritzmengensteuerung, die Zündzeitpunkt-Steuerung usw. aus, indem sie Signale von verschiedenen Arten von Sensoren für die Erfassung der Betriebszustände des Motors entgegennimmt, vorgegebene Rechenprogramme ausführt und die bestimmten Steuersignale an die Einspritzeinrichtung 9, die Zündspulen 22, die Steuerventil-Antriebsvorrichtung 23 usw. ausgibt.

Wenn der Motor angelassen wird, wird von einem Luftdurchflußmesser 3 ein Signal bezüglich der Ansaugdurchflußmenge Qa ausgegeben und in die Steuereinheit 15 eingegeben. Ferner werden Signale bezüglich eines Referenzwinkels REF, der die Drehposition einer Kurbelwelle angibt, sowie eines Winkels POS, der für die Erfassung der Motordrehzahl Ne verwendet wird, unter Verwendung eines Kurbelwinkelsensors 16 erhalten, der an einer entsprechenden Nockenwelle des Motors vorgesehen ist, wobei diese Signale ebenfalls in die Steuereinheit 15 eingegeben werden.

Als Kurbelwinkelsensor ist auch ein Sensor 21 verfügbar, der direkt die Drehzahl der Kurbelwelle erfäßt.

Ferner ist in einem Abgasrohr 19 des Motors ein Luft/Kraftstoff-Sensor (abgekürzt A/F-Sensor) 18 vorgesehen, wobei ein von diesem Sensor 18 ausgegebenes Signal bezüglich des tatsächlichen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses RA/F in die Steuereinheit 15 eingegeben wird.

Weiterhin ist an einem in der Figur nicht gezeigten Gaspedal ein Sensor für die Erfassung des Niederdrückungsgrades (oder Betätigungsgrades) des Gaspedals angebracht, wobei ein den Betätigungsgrad Acc des Gaspedals angebendes Signal von diesem Sensor für die Erfassung des Betätigungsgrades des Gaspedals in die Steuereinheit 15 eingegeben wird.

Die Steuerventilantriebsvorrichtung 23 ist mit der Steuereinheit 15 verbunden und öffnet bzw. schließt das Gasströmungs-Steuerventil 6 entsprechend einem Ventilöffnungs-Steuersignal, das von der Steuereinheit 15 ausgegeben wird.

Als Verfahren zum Steuern des Gasströmungs-Steuerventils 6 ist neben einem elektrischen Steuerverfahren, das die Steuerventil-Antriebsvorrichtung 23 verwendet, auch ein mechanisches Steuerverfahren zum Öffnen bzw. Schließen des Ventils verfügbar, mit dem die Bewegung des von einem Fahrer niedergedrückten Gaspedals mit dem Ventil 6 verbunden wird.

Fig. 2 ist ein funktionales Blockschaltbild, das eine Übersicht über die von der vorliegenden Ausführungsform ausgeführte Motorsteuerung gibt, wobei zunächst eine Basiseinspritzzeitbreiten-Berechnungseinrichtung 25 eine Basiseinspritzzeitbreite Tp (die mit einer Kraftstoffeinspritzmenge äquivalent ist) auf der Grundlage der erfaßten Ansaugluft Qa und der erfaßten Motordrehzahl Ne erhält, indem sie die Basiseinspritzzeitbreite Tp auf der Grundlage einer Funktion oder eines

## DE 197 00 104 A1

5

6

Kennfeldes, welche von der Ansaugluft-Strömungsrate  $Q_a$  und von der Motordrehzahl  $N_e$  abhängen, berechnet bzw. sucht. Dann erhält eine Soll-A/F-Verhältnis-Berechnungseinrichtung 26 auf der Grundlage der erhaltenen Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  und der erfaßten Motordrehzahl  $N_e$  ein Soll-A/F-Verhältnis ( $A/F_{Ter}$ ), indem sie auf der Grundlage einer Funktion oder eines Kennfeldes, die von der Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  und von der Motordrehzahl  $N_e$  abhängen, das Verhältnis  $A/F_{Ter}$  berechnet bzw. sucht.

Darüber hinaus bestimmt eine Ventilöffnung-Setzeinrichtung 27 die Öffnung  $\theta$  des Gasströmlungs-Steuerventils 6 auf der Grundlage der erhaltenen Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$ , der erfaßten Motordrehzahl  $N_e$  und des erfaßten Betätigungsgrades Acc des Gaspedals.

Ein Steuersignal für die erhaltene Öffnung  $\theta$  des Ventils 6 wird an die Steuerventil-Antriebsvorrichtung 23 geschickt, wobei die Öffnung des Ventils 6 durch die Steuerventil-Antriebsvorrichtung 23 auf den Wert  $\theta$  eingestellt wird.

Wie später erläutert wird, bestimmt in dem mechanischen Steuerverfahren zum Öffnen/Schließen des Gasströmlungs-Steuerventils 6, das eine Verbindung zu der Bewegung des vom Fahrer betätigten Gaspedals herstellt, die Ventilöffnung-Setzeinrichtung 27 die Öffnung des Ventils auf der Grundlage des Betätigungsgrades Acc des Gaspedals.

Eine Drehmomentberechnungseinrichtung 28 erhält das Drehmoment  $T_1$  des Motors, indem sie das Drehmoment  $T_1$ , das auf der Grundlage der Öffnung  $\theta$  des Gasströmlungs-Steuerventils 6 entsprechenden Ansaugluftmenge bestimmt worden ist, auf der Grundlage einer Funktion oder eines Kennfeldes, die vom Soll-A/F-Verhältnis  $A/F_{Ter}$  und von der Ventilöffnung 6 abhängen, berechnet bzw. sucht.

Eine Korrekturfaktor-Berechnungseinrichtung 29 berechnet einen Korrekturfaktor  $K_5$  unter Verwendung des erhaltenen Soll-A/F-Verhältnisses  $A/F_{Ter}$  und eines tatsächlichen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses  $RA/F$ , das vom A/F-Sensor 16 erfaßt wird.

Ferner bestimmt eine Einspritzzeitbreiten-Berechnungseinrichtung eine Einspritzzeitbreite  $T_i$ , die dem Drehmoment  $T_1$  entspricht, das für den vom Fahrer angeforderten Betriebszustand notwendig ist, indem sie die erhaltene Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  auf der Grundlage des Drehmoments  $T_1$  und des Korrekturfaktors  $K_5$  korrigiert und ein Steuersignal bezüglich der Einspritzzeitbreite  $T_i$  an die Einspritzeinrichtung 9 schickt, wodurch die Kraftstoffeinspritzmenge gesteuert wird.

Fig. 3 ist ein Beispiel eines Kennfeldes, das die Inhalte einer Datentabelle zeigt, die für die Bestimmung eines Soll-A/F  $Ter$  auf der Grundlage der erhaltenen Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$ , die der Motorlast entspricht, und der erfaßten Motordrehzahl  $N_e$  verwendet wird.

Wie in Fig. 3 gezeigt, entspricht jeder Bereich des Kennfeldes, der einem bestimmten Soll-A/F-Verhältniswert zugeordnet ist, einem bestimmten Intervall der Variablen  $T_p$  bzw. der Variablen  $N_e$ . In einem Bereich niedriger Werte von  $T_p$  und  $N_e$  besitzt das Soll-A/F-Verhältnis den Wert 40, was die Bedeutung eines übermäßig mageren Kraftstoffgemischs hat, wobei das Verhältnis bei zunehmenden Werten von  $T_p$  und  $N_e$  auf 30 und weiter auf 20 abnimmt.

Fig. 4 ist ein Beispiel eines Kennfeldes, das eine Datentabelle zeigt, die für die Bestimmung der Öffnung  $\theta$  eines Gasströmlungs-Steuerventils 6 in der Ventilöffnung-Setzeinrichtung 27 verwendet wird, wobei die Ventilöffnung-Setzeinrichtung 27 die Öffnung  $\theta$  des

Gasströmlungs-Steuerventils 6 anhand der Datentabelle unter Verwendung der erhaltenen Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  und der erfaßten Motordrehzahl  $N_e$  auf der Grundlage des erfaßten Betätigungsgrades Acc des Gaspedals ähnlich wie bei der Bestimmung des Soll-A/F-Verhältnisses  $A/F_{Ter}$  verwendet.

Wie aus Fig. 4 hervorgeht, zeigt das Kennfeld, daß die Öffnung des Ventils im Betriebsbereich mit niedriger Motordrehzahl und niedriger Last gering ist, hingegen im Betriebsbereich mit höherer Drehzahl und höherer Last größer ist. Da im Betriebsbereich mit niedriger Motordrehzahl und niedriger Last das Kraftstoffgemisch sehr mager ist, wird im Zylinder C eine starke abgelenkte Strömung erzeugt, indem die Öffnung des Gasströmlungs-Steuerventils 6 klein eingestellt wird und die Strömungsrate der durch den in Fig. 1 gezeigten sekundären Ansaugströmungsweg B strömenden Ansaugluft erhöht wird, um so eine stabile Verbrennung aufrechtzuhalten.

20 Daher wird das Gasströmlungs-Steuerventil 6 im Bereich eines kleinen Betätigungsgrades Acc des Gaspedals nahezu geschlossen gehalten, wobei die Drehmomentsteuerung hauptsächlich durch die A/F-Steuerung erfolgt. Falls der Betätigungsgrad Acc des Gaspedals größer als ein definierter Grad ist, wird die Öffnung  $\theta$  des Gasströmlungs-Steuerventils 6 grob im Verhältnis zum Betätigungsgrad Acc des Gaspedals gesteuert. So mit kann das Gasströmlungs-Steuerventil 6 auch die Funktion einer Drosselklappe wahrnehmen.

25 30 Die Verarbeitung der Einspritzzeitbreite  $T_i$ , die von der Einspritzzeitbreiten-Berechnungseinrichtung 30 ausgeführt wird, wird im folgenden mit Bezug auf das in Fig. 5 gezeigte Flußdiagramm im einzelnen erläutert.

Zunächst werden im Schritt 501 die berechneten Variablen des Soll-A/F-Verhältnisses  $A/F_{Ter}$ , der Öffnung  $\theta$  des Gasströmlungs-Steuerventils 6, der Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$ , des Korrekturfaktors  $K_5$  und des Drehmoments  $K_1$  des Motors eingelesen.

35 Im Schritt 502 wird die erfaßte Motordrehzahl  $N_e$  mit einem Referenzwert  $K_1$  verglichen, der für die Bestimmung verwendet wird, ob der Motor sich in einem Betriebszustand mit niedriger Motordrehzahl befindet, ferner wird die berechnete Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  mit einem Referenzwert  $K_2$  verglichen, der für die Bestimmung verwendet wird, ob der Motor sich in einem Betriebszustand mit niedriger Last befindet.

40 45 50 Falls das Ergebnis der Bestimmung positiv ist (ja), d. h. falls sich der Motor in einem Betriebszustand mit niedriger Motordrehzahl und niedriger Last, beispielsweise in einem Leerlaufbetrieb, befindet, geht die Verarbeitung weiter zum Schritt 503.

55 60 65 Im Schritt 503 wird die Änderungsrate  $\delta N_e$  der Motordrehzahl berechnet. In der Umgebung eines Betriebspunkts des Leerlaufbetriebs mit niedriger Motordrehzahl und niedriger Last wird die Ansaugluftströmung durch das Gasströmlungs-Steuerventil 6 gedrosselt, wobei die Strömungsrate der Ansaugluft in dem Zylinder C nahezu konstant wird. Im Schritt 504 wird ein Korrekturfaktor  $K_4$ , der für die Drehmomentänderungen entsprechende Einspritzzeitbreite verwendet wird, unter Verwendung der berechneten Änderungsrate  $\delta N_e$  der Motordrehzahl, und der erfaßten Öffnung  $\theta$  des Gasströmlungs-Steuerventils 6 auf der Grundlage einer Funktion oder einer Datentabelle, die von der Änderungsrate  $\delta N_e$  der Motordrehzahl und von der Öffnung  $\theta$  abhängen, berechnet bzw. gesucht. Der erhaltene Korrekturfaktor  $K_4$  wird für die Berechnung der Einspritzzeitbreite  $T_p$  im Schritt 508 verwendet.

## DE 197 00 104 A1

7

8

Somit wird die Motordrehzahlsteuerung im Leerlaufbetrieb durch die Einspritzzeitbreiten-Steuerung unter Verwendung des im Schritt 504 erhaltenen Korrekturfaktors K4 ausgeführt.

Falls andererseits im Schritt 502 das Ergebnis der Bestimmung negativ (nein) ist, wird die Öffnung  $\theta$  des Gasströmungs-Steuerventils 6 mit dem Referenzwert K3 (beispielsweise der Öffnung bei der Nennlast) verglichen, der für die Bestimmung verwendet wird, ob sich der Motor in einem Betriebszustand mit Teillast befindet. Falls das Ergebnis der Bestimmung positiv (ja) ist, was bedeutet, daß sich der Motor in einem Betriebszustand mit Teillast befindet, geht die Verarbeitung zum Schritt 506, in dem der Korrekturfaktor K4 für die Drehmomentänderungen entsprechende Einspritzzeitbreite unter Verwendung der berechneten Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  und des erfaßten Drehmoments T1 des Motors auf der Grundlage einer Funktion oder einer Datentabelle, die von der Einspritzzeitbreite  $T_p$  und vom Drehmoment T1 abhängt, berechnet bzw. gesucht wird. Der erhaltene Korrekturfaktor wird für die Berechnung der Einspritzzeitbreite im Schritt 508 verwendet.

Somit wird die Motordrehzahlsteuerung im Teillastbetrieb durch die Einspritzzeitbreiten-Steuerung ausgeführt, die den im Schritt 506 erhaltenen Korrekturfaktor K4 verwendet, weiterhin wird die Einspritzzeitbreiten-Steuerung entsprechend angefordelter Drehmomentänderungen korrigiert.

Falls andererseits das Ergebnis der Bestimmung im Schritt 505 negativ (nein) ist, d. h. falls sich der Motor in einem Betriebszustand mit gewöhnlicher Betriebslast befindet, wird das Gasströmungs-Steuerventil 6 vollständig geöffnet, so daß die Ansaugluft nicht gedrosselt wird. Daher kann die Basiseinspritzzeitbreite  $T_p$  der Anforderung von Drehmomentänderungen selbst entsprechen.

Bei der üblichen Betriebslast wird der Korrekturfaktor K4 auf 1 gesetzt, was bedeutet daß keinerlei Korrektur der Basiseinspritzzeitbreite entsprechend der Anforderung von Drehmomentänderungen ausgeführt wird, wie durch die Verarbeitung im Schritt 507 gezeigt ist.

Somit erfolgt die Motordrehzahlsteuerung bei der üblichen Betriebslast durch die Einspritzzeitbreiten-Steuerung unter Verwendung des im Schritt 507 mit Wert 1 erhaltenen Korrekturfaktors K4, so daß die Einspritzzeitbreiten-Steuerung, die Anforderungen von Drehmomentänderungen entspricht, nicht korrigiert wird.

Die Verarbeitung der Berechnung des Korrekturfaktors K5, die durch die Korrekturfaktor-Berechnungseinrichtung 29 ausgeführt wird, wird im folgenden mit Bezug auf das in Fig. 6 gezeigte Flußdiagramm im einzelnen erläutert.

Zunächst werden im Schritt 601 das tatsächliche A/F-Verhältnis RA/F, das vom Sensor 18 erfaßt wird, und das Soll-A/F-Verhältnis AF\_Ter, das von der Soll-A/F-Verhältnis-Berechnungseinrichtung 26 erhalten wird, eingelesen, woraufhin im Schritt 602 bestimmt wird, ob RA/F vom Soll-A/F\_Ter verschieden ist oder nicht.

Falls das Ergebnis der Bestimmung im Schritt 602 positiv (ja) ist, d. h. wenn die beiden A/F-Verhältnisse voneinander verschieden sind, wird die Verarbeitung im Schritt 603 ausgeführt, wobei der Korrekturfaktor K5 auf der Grundlage einer Funktion, die von den Variablen RA/F und A/F\_Ter abhängt, so geändert wird, daß das tatsächliche Luft/Kraftstoff-Verhältnis mit dem Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis übereinstimmt.

Falls andererseits das Ergebnis der Bestimmung im Schritt 602 negativ (nein) ist, d. h. falls RA/F gleich A/F\_Ter ist, bleibt der Korrekturfaktor K5 unverändert.

Da somit bei Verwendung dieser Ausführungsform das Gasströmungs-Steuerventil 6 in der gleichen Weise wie eine Drosselklappe, die in einem vorhandenen Motor vorgesehen ist, gesteuert wird, ist es möglich, den Motor so aufzubauen, daß das Gasströmungs-Steuerventil 6 außerdem die gleiche Funktion wie eine Drosselklappe besitzt, so daß eine Drosselklappe in einem Direkteinspritzmotor, bei dem für jeden Zylinder der sekundäre Ansaugströmungsweg vorgesehen ist, weggelassen werden kann.

Da ferner bei Verwendung dieser Ausführungsform das vorgesehene Gasströmungs-Steuerventil 6 für die Steuerung der durch die Ansaugluftströmung erzeugten abgelenkten Strömung, die für die Verbrennung eines mageren Kraftstoffgemisches unabdingbar ist, auch die Funktion einer Ansaugluftströmungsraten-Steuerung besitzt, die normalerweise von einer Drosselklappe ausgeführt wird, wird die Steuerung der Ansaugluftströmungsraten einfacher. Da beispielsweise das Gasströmungs-Steuerventil 6 bei einem Betriebspunkt in der Nähe des Leerlaufbetriebs nahezu geschlossen ist, ist die Strömungsraten der durch den sekundären Ansaugströmungsweg B strömenden Ansaugluft im wesentlichen konstant, so daß eine stabile Steuerung der Motordrehzahl im Leerlaufbetrieb durch die Kraftstoffeinspritzsteuerung auf der Grundlage der konstanten Ansaugluftströmungsraten verwirklicht wird.

Im folgenden wird eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

In der oben erläuterten Ausführungsform wird das Gasströmungs-Steuerventil 6 durch die Ventilantriebsvorrichtung 23 angetrieben, die ein Betätigungsselement wie etwa einen Motor verwendet. In der weiteren Ausführungsform, die nun beschrieben wird, ist das Gasströmungs-Steuerventil 6 mit dem Gaspedal über einen Verbindungsmechanismus verbunden, so daß das Öffnen/Schließen des Gasströmungs-Steuerventils 6 mechanisch durch Betätigungen des Gaspedals erfolgt, weshalb hierbei ein sogenanntes Verfahren zum mechanischen Antreiben des Gasströmungs-Steuerventils 6 zum Einsatz kommt.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel eines Antriebsmechanismus, der für das Verfahren zum mechanischen Antreiben des Gasströmungs-Steuerventils 6 verwendet wird, wobei das Gaspedal 701 mit einem Gaspedalhebel 703 über einen Seilzug für eine mechanische Kraftübertragung verwendet wird.

Der Gaspedalhebel 703 ist direkt mit einer an einem festen Teil 704 befestigten Rückstellfeder 705 verbunden.

Falls das Gaspedal niedergedrückt wird, wird der Gaspedalhebel 703 angezogen, so daß das Gasströmungs-Steuerventil 6 angetrieben wird, wenn der Niederdrückungshub des Gaspedals den vorgegebenen Hub übersteigt, der in einem Verzögerungsmechanismus 707 im voraus gesetzt ist, der seinerseits mit dem Gasströmungs-Steuerventil 6 über eine mechanische Einrichtung wie etwa einen Seilzug 706 verbunden ist.

Der Verzögerungsmechanismus 707 ist direkt mit einer an einem festen Teil 708 befestigten Rückstellfeder 709 verbunden.

Wenn daher der Niederdrückungshub des Gaspedals 0 ist, werden der Gaspedalhebel 703 und der Verzögerungsmechanismus 707 durch die Rückstellfeder 705 in

## DE 197 00 104 A1

9

10

die Position eines Anschlags 711 zurückgestellt.

Darüber hinaus ist die Position eines Anschlags 712 so eingestellt, daß die Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils 6 einer Öffnung für die Erzeugung der durch die Ansaugluftströmung gebildeten abgelenkten Strömung entspricht, die für die Aufrechterhaltung einer stabilen Verbrennung bei einem in Fig. 3 gezeigten Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis erforderlich ist.

Beispielsweise wird im Bereich eines äußerst mageren Kraftstoffgemischs, der dem Wert 40 entspricht, die Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils 6 auf dem Wert gehalten, der der Erzeugung der abgelenkten Strömung entspricht, die für die stabile Verbrennung notwendig ist, wobei das Gasströmungs-Steuerventil 6 so lange nicht angetrieben wird, bis der Mechanismus 707 der Verzögerungsfunktion bewegt wird. Die maximalen Hütbe des Verzögerungsmechanismus 707 und des Gasströmungs-Steuerventils 6 sind durch einen Anschlag 713 bzw. durch einen Anschlag 714 begrenzt.

Ein funktionales Blockschaltbild der Steuerverarbeitung, die in der Steuereinheit 15 gemäß der vorliegenden Ausführungsform ausgeführt wird, ist in Fig. 8 gezeigt. Die Inhalte der in Fig. 8 gezeigten Steuerverarbeitung sind die gleichen wie jene, die in Fig. 2 gezeigt sind, mit der Ausnahme, daß die Ventilöffnung-Setzeinrichtung 27 die Ventilöffnung θ lediglich auf der Grundlage des Betätigungsgrades Acc des Gaspedals bestimmt.

Da somit auch bei Verwendung dieser Ausführungsform, in der das Verfahren zum mechanischen Antreiben des Gasströmungs-Steuerventils zur Anwendung kommt, das Gasströmungs-Steuerventil 6 in der gleichen Weise wie eine Drosselklappe in der Steuerung vorhandener Motoren gesteuert wird, ist es möglich, den Motor so aufzubauen, daß das Gasströmungs-Steuerventil 6 die gleiche Funktion wie eine Drosselklappe besitzt, so daß bei einem Direkteinspritzmotor, bei dem für jeden Zylinder der sekundäre Ansaugströmungsweg vorgesehen ist, eine Drosselklappe weggelassen werden kann.

Da darüber hinaus auch bei Verwendung dieser Ausführungsform das vorgesehene Gasströmungs-Steuerventil zum Steuern der durch die Ansaugluft erzeugten abgelenkten Strömung, die für die Verbrennung eines mageren Kraftstoffgemischs unabdingbar ist, auch die Funktion der Ansaugluftströmungsrate-Steuerung besitzt, die gewöhnlich von einer Drosselklappe ausgeführt wird, wird die Steuerung der Ansaugluftströmungsrate einfacher. Da beispielsweise das Gasströmungs-Steuerventil 6 am Betriebspunkt in der Nähe des Leerlaufbetriebs nahezu geschlossen ist, ist die Strömungsrate der durch den sekundären Ansaugströmungsweg B strömenden Ansaugluft im wesentlichen konstant, so daß eine stabile Steuerung der Motordrehzahl im Leerlaufbetrieb durch die Kraftstoffeinspritzsteuerung auf der Grundlage der konstanten Ansaugluftströmungsrate verwirklicht wird.

Bei Verwendung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Motor so aufzubauen, daß das Gasströmungs-Steuerventil für die Steuerung einer abgelenkten Strömung auch die Funktion einer Drosselklappe besitzt, die in vorhandenen Direkteinspritzmotoren normalerweise verwendet wird, da die Kraftstoffeinspritzmenge auf der Grundlage des Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnisses und der durch das Gasströmungs-Steuerventil 6 gesteuerten Ansaugluftmenge in der Weise gesteuert wird, daß das erforderliche Motordrehmoment mit dem bestimmten Drehmoment übereinstimmt, so daß

die Anzahl der den Motor bildenden Teile verringert werden kann und somit die Herstellungskosten des Motorsystems erheblich gesenkt werden können.

## Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für Mehrzylinder-Direkteinspritzmotor, der für jeden Zylinder versehen ist mit einem Kraftstoffeinspritzventil (9), das am Zylinder (C) angebracht ist, einem sekundären Ansaugströmungsweg (5B), der für die Erzeugung einer abgelenkten Strömung der in einem Ansaugrohr (5) angesaugten und in den entsprechenden Zylinder eingeleiteten Ansaugluft vorgesehen ist, sowie einem Gasströmungs-Steuerventil (6) zum Steuern der im entsprechenden Zylinder erzeugten abgelenkten Strömung durch Einstellen der Strömungsrate der durch den sekundären Ansaugströmungsweg (5B) strömenden Luft, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung (15), die in einem ersten Betriebsbereich mit kleinem Gaspedal-Betätigungsgrad (Acc) das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in einem entsprechenden Zylinder durch Steuern der Kraftstoffeinspritzmenge (Ti) ohne Ausführung einer auf der Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils (6) des entsprechenden Zylinders basierenden Steuerung steuert, wobei die Steuereinrichtung eine Ventilöffnungs-Steuereinrichtung (27) enthält, die in einem zweiten Betriebsbereich, in dem der Gaspedal-Betätigungsgrad (Acc) größer als der Gaspedal-Betätigungsgrad (Acc) im ersten Betriebsbereich ist, die Öffnung des Gasströmungs-Steuerventils (6) in der Weise steuert, daß die Öffnung diesem größeren Gaspedalbetätigungsgrad (Acc) entspricht, und wobei das Gasströmungs-Steuerventil (6) auch als Drosselklappe dienen kann.
2. Steuervorrichtung für Direkteinspritzmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung durch elektrische Vorrichtungen (15, 23) verwirklicht ist.
3. Steuervorrichtung für Direkteinspritzmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung durch mechanische Vorrichtungen (701 bis 714) verwirklicht ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl. 6:

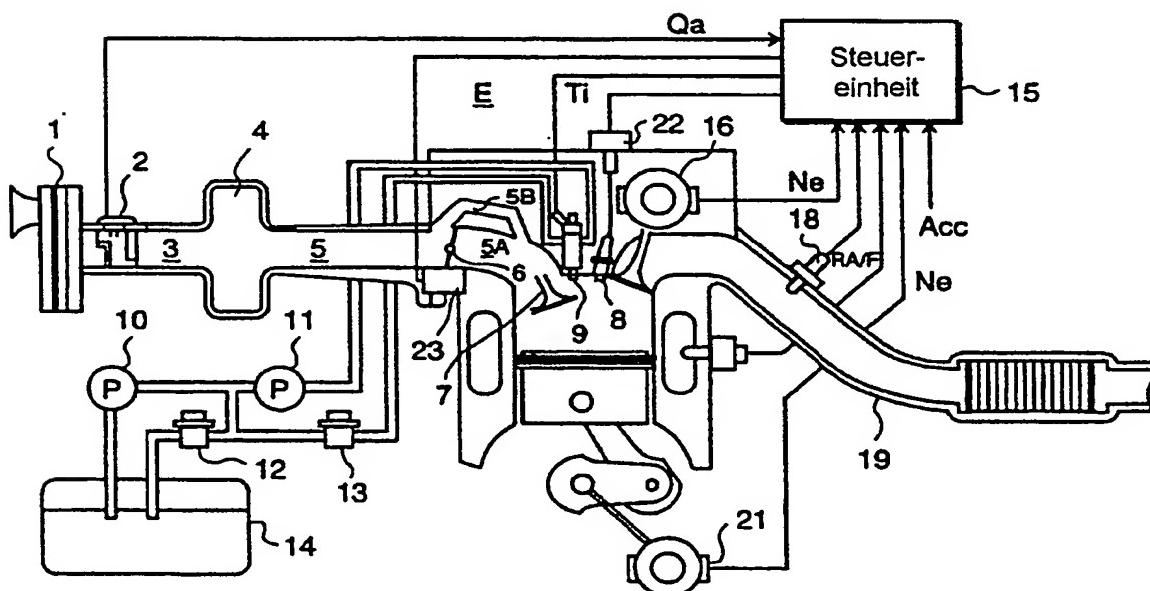
Offenlegungstag:

DE 197 00 104 A1

F 02 D 41/04

24. Juli 1997

FIG. 1



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Numm r:

Int. Cl. 6:

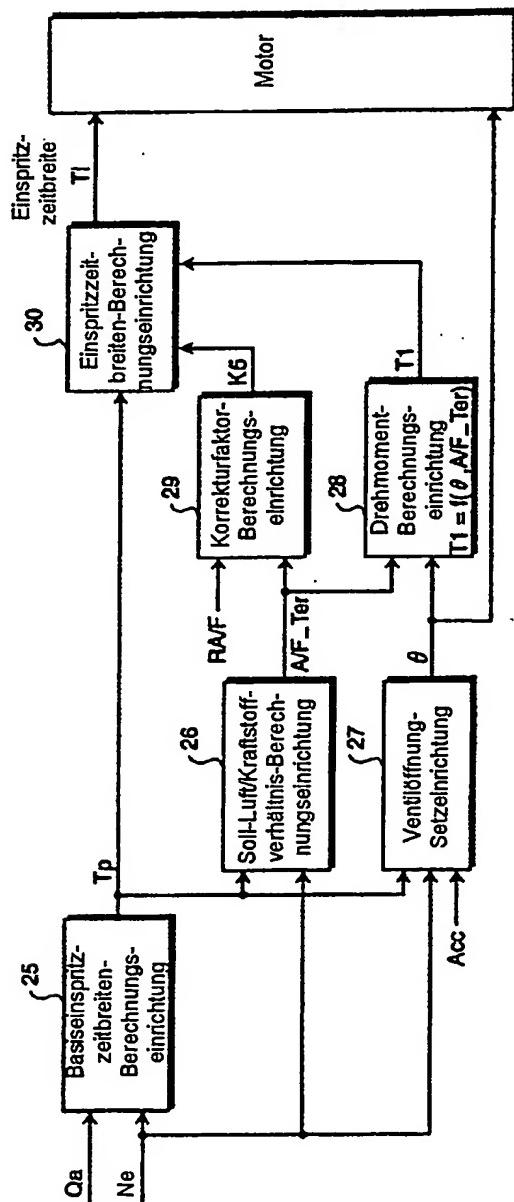
Offenlegungstag:

DE 197 00 104 A1

F 02 D 41/04

24. Juli 1997

FIG. 2



ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:

Int. Cl. 6:

Offenlegungstag:

DE 197 00 104 A1

F 02 D 41/04

24. Juli 1997

FIG.3

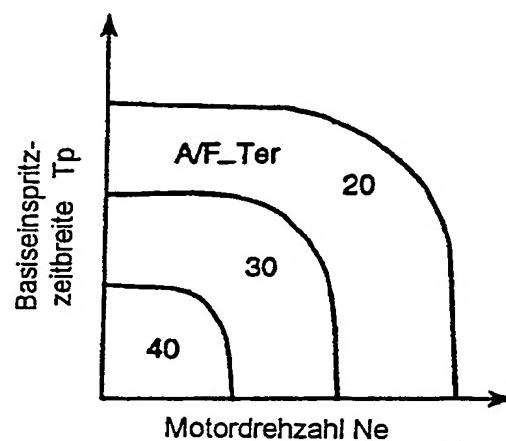
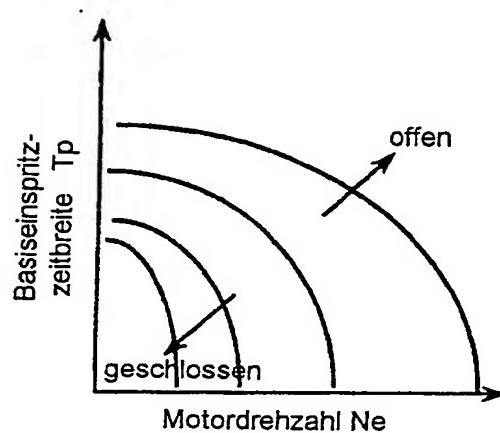


FIG.4



ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:

DE 197 00 104 A1

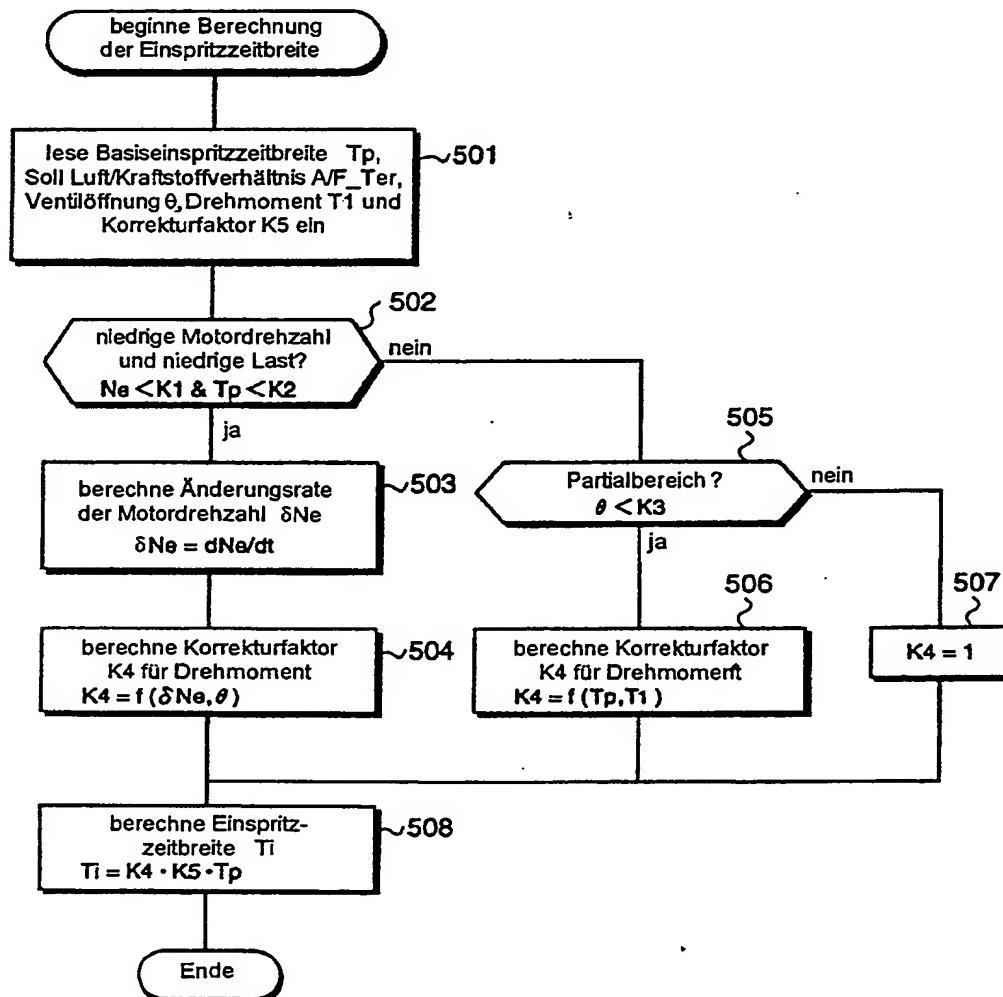
Int. Cl. 6:

F 02 D 41/04

Offenlegungstag:

24. Juli 1997

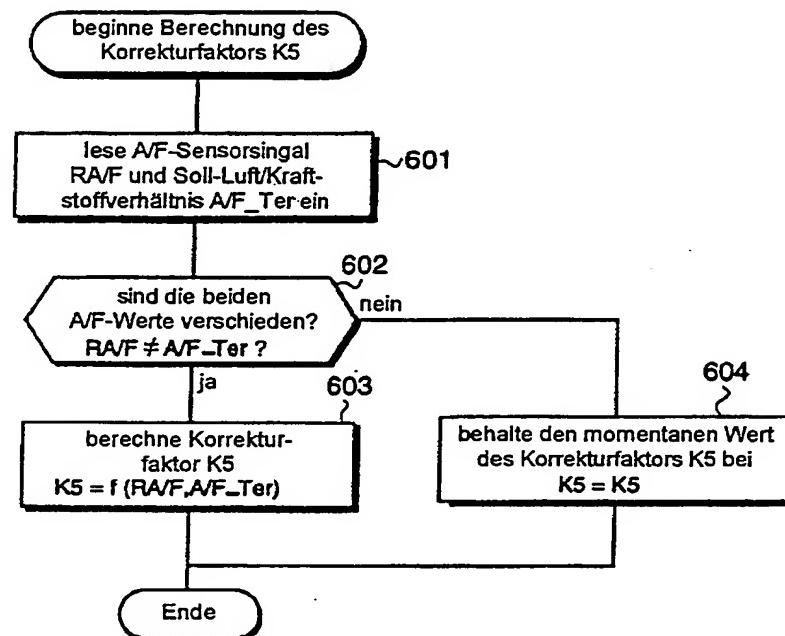
FIG.5



ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer: DE 197 00 104 A1  
 Int. Cl.<sup>6</sup>: F 02 D 41/04  
 Offenlegungstag: 24. Juli 1997

FIG.6



ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:

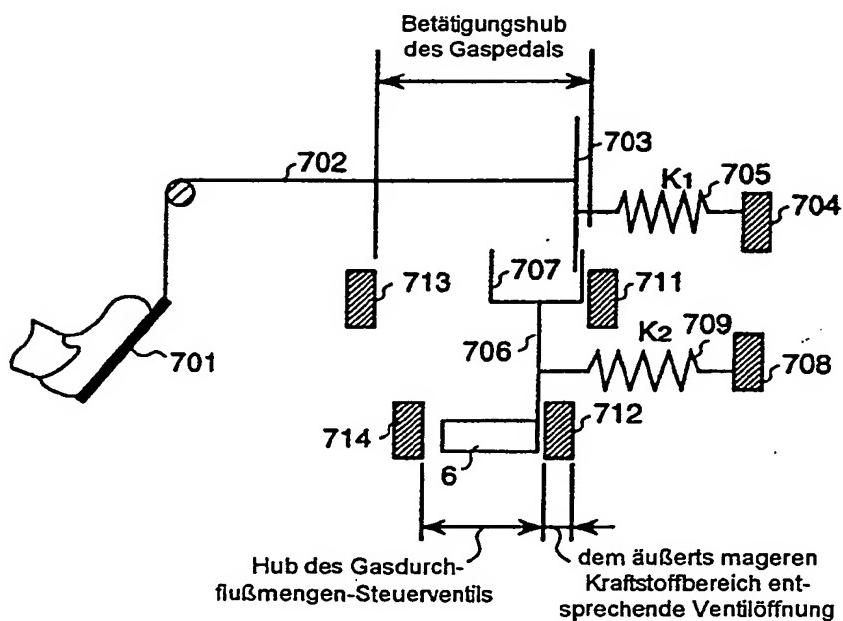
DE 197 00 104 A1

Int. Cl.<sup>6</sup>:

F 02 D 41/04

Offenlegungstag:

24. Juli 1997

**FIG. 7**

ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:

Int. Cl. 6:

Offenlegungstag:

DE 197 00 104 A1

F 02 D 41/04

24. Juli 1997

FIG. 8

